

PIŚMIENNICTWO

I. Acsadi G., Nemeskeri J., History of Human Lifespan and Mortality, Akademiai Kiado, Budapest, 1970, -2. Budowle B. (ed.), DNA Typing Protocols: Molecular Biology and Forensic Analysis, Biotechniques, 2000, -3. Gustafson G., Age determination on teeth, J. Am. Dent. Assoc, 1950, 41, 45-54, -4. Helfman P.M., Bada J.L., Aspartic acid racemization in tooth enamel from living humans, Proc Natl. Acad. Sci. USA, 1975, 72, 2891-2894, -5. Helfman P.M., Bada J.L., Aspartic acid racemization in dentine as a measure of ageing, Nature, 262, 279-281, -6. Iscan M.Y., Age Estimation from the Rib by Phase Analysis: White Males, 1984, J. Foren. Sci., 29, 1094-1104, -7. Lamendin H., Baccino E., Humbert J.F., Tavernier R.M., Nossintchouk A., Ženili A., A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method, J. Foren. Sci., 1992, 37, 1373-1379, -8. Lovejoy C.O., Chronological Metamorphosis of the Auricular Surface of the Ilium: A New Method for the Determination of Adult Skeletal Age at Death, Am. J. Phys. Anthropol., 1995, 68, 15-28, -9. Meindl R.S., Lovejoy O., Ectocranial Suture Closure: A Revised Method for the Determination of Skeletal Age at Death Based on the Lateral-anterior Sutures, Am. J. Phys. Anthropol., 1985, 68, 57-66, -10. Ogino T, Ogino H, Application to forensic odontology of aspartic acid racemization in unerupted and supernumerary teeth, J. Dent. Res., 1988, 67, 1319-1322.

II. Piontek J., Biologia populacji Pradziejowych, Wydawnictwo Naukowe UAM Poznań, 1996, -12. Ritz-Timme S., Cattaneo C., Collins M.J., Waite E.R., Schutz H.W., Kaatsch H.-J., Borrman H.I.M., Age estimation: The state of the art in relation to the specific demands of forensic practise, Int. J. Legal Med., 2000, 113(8), 129-136, -13. Ritz S., Schutz H.W., Peper C, Postmortem estimation of age at death based on the aspartic acid racemization in dentin: its applicability for root dentin, Int. J. Legal Med., 1993, 105, 289-293, -14. Strzałko J., Malinowski A. (red.), Antropologia, PWN, Warszawa-Poznań, 1985, -15. Suchey J.M., Katz D., Applications of Pubic Age Determination in a Forensic Setting, w: Reichs K.J. (ed.), Forensic Osteology, 1998, Charles C Thomas, Springfield, str. 204-236, -16. Todd T.W., Age Changes in the Pubic Bone. I The Male White Pubis, Am. J. Phys. Anthropol., 1920, 3, 285-334, -17. Wachholz L, Ober die alterbestimmung an leichen auf grund des ossificationprocesses im oberen humerusende, Friedreichs Blatter Gerichtl. Med., 1894, 45, 210, -18. Wolański N., Rozwój biologiczny człowieka, PWN, Warszawa, 1983

Adres pierwszego autora:
Katedra i Zakład Medycyny Sądowej
ul. Curie-Skłodowskiej 9
85-094 Bydgoszcz

Elżbieta Kaczorowska , Dorota Pieśniak*, Zofia Szczerkowska

Entomologiczne metody określania czasu śmierci

Entomological methods of determining time of death

Z Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej AM w Gdańsku
_ Kierownik: dr hab. Z. Szczerkowska - profesor AM
"Z Katedry Zoologii Bezkręgowców Uniwersytetu Gdańskiego
Kierownik: prof. dr hab. R. Szadziewski

W pracy przedstawiono metody entomologiczne pomocne w określaniu czasu zgonu. Opierają się one na znajomości biologii grup stawonogów (ogniwi sukcesji) typowych dla poszczególnych etapów rozkładu zwłok oraz na znajomości długości cykli rozwojowych gatunków owadów nekrofagicznych.

The paper contains descriptions of the entomological methods which can be used in determining time of death. It based on the knowledge of groups of arthropods (waves of succession), characteristic for stages of decomposition of the corpse as well as the biology and longevity of development of necrophagous insects.

Słowa kluczowe: określanie czasu zgonu, metody entomologiczne
Key words: determining time of death, entomological methods

Określenie czasu, jaki upłynął od śmierci do chwili ujawnienia zwłok stanowi jedno z najważniejszych zadań medycyny sądowej. Stosuje się w tym celu ocenę wczesnych znamion śmierci (zwłaszcza pojawianie się i zachowanie plam opadowych, stężenia pośmiertnego i spadku temperatury zwłok), zdolności tkanek do reakcji utrzymującej się w okresie interletalnym na różne bodźce właściwe dla nich. Pomocne również mogą być metody fizykochemiczne i biochemiczne. Ocena czasu śmierci pozwala na tym większą dokładność, im krótszy czas upłynął od zgonu. Pojawianie się i rozwój późnych przemian pośmiertnych (gnicie) utrudnia, a często uniemożliwia wypowiedzenie się nawet w przybliżeniu, kiedy nastąpił zgon. W takich przypadkach duże znaczenie mogą mieć metody entomologiczne. Rozkładające się zwłoki stanowią środowisko rozwoju atrakcyjne dla różnych, określonych grup bezkręgowców (tzw. nekrofa-gów). Gatunki te mogą składać jaja na zwłokach, z jaj rozwijają się larwy, z których część może ulec przepoczwarczeniu.

Formy nekrofagiczne lub ich siady mogą stanowić więc obok konwencjonalnych metod dodatkowy, istotny czynnik służący określaniu czasu zgonu.

HISTORYCZNY RYS BADAŃ ENTOMOLOGICZNYCH

Entomologia sądowa jest nauką wykorzystującą znajomość biologii nekrofagicznych gatunków owadów do określania czasu śmierci.

Pierwsze zapisy mówiące o wykorzystaniu entomologii w sprawach o morderstwo dotyczą wieku XIII i pochodzą ze średniowiecznych Chin (19), jednakże rozwój tej gałęzi nauki przypada na wiek XVIII i XIX. Już w roku 1767 Karol Linneusz stwierdził, że „trzy muchy zjedzą konia tak szybko, jakby to zrobił lew” i w ten sposób podkreślił znaczenie owadów w procesie rozkładu zwłok (9). Pierwszy raport zawierający dokładny opis odtworzenia daty zgonu został sporządzony przez francuskiego lekarza Bergereta w 1855 roku. Czas śmierci określił on na podstawie poczwerek much z rodziny Calliphoridae (plujkowate) i larw ciem znalezionej na zwłokach (1). Od tego też czasu entomologia sądowa jako nauka zaczęła rozwijać się bardzo prędko w wielu krajach Europy, w tym w Niemczech i w Austrii. W Polsce prace badawcze w tym zakresie prowadzili Horoszkiewicz (4) i Niezabitowski (11). Podwaliny pod rozwój tej nauki położył jednak francuski uczonec Jean-Pierre Megnin, autor dzieła „La faune des cadavres” (8). W okresie międzywojennym XX wieku prace nad nekrofagami poszerzyły się o ekologię, metabolizm i anatomię tych zwierząt. Badania w tym czasie prowadził m.in. Holzer (3), który opisał gatunki chruścików (Trichoptera) notowanych na zwłokach zanurzonych w wodzie słodkiej. W latach 1960-1980 nekrofagami zajmował się również w Belgii Marcel Leclercq, (6) a w Finlandii Pekka Nuorteva (12). Badali oni wpływ czynników fizycznych na szybkość rozwoju gatunków much padlinożernych. Podstawowym podręcznikiem dla każdego entomologa sądowego jest monografia Smith'a z 1985 r. „A Manual of Forensic Entomology” (18). W ostatnich latach prace nad fauną nekrofagiczną oraz jej znaczeniem w odtworzeniu czasu i okoliczności śmierci prowadzone są w wielu krajach m.in. w USA, Wielkiej Brytanii i w Rosji. W 2001 roku ukazała się na ten temat obszerna monografia „Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations” pod redakcją J. H. Byrda i J. L. Castnera (2).

METODY ENTOMOLOGICZNE WYKORZYSTYWANE W OKREŚLANIU CZASU ŚMIERCI

Procesy autolizy i gnicia, rozpoczynające się w momencie zgonu stwarzają, bodźce wabiące owady. Zwłoki stanowią więc podłoże do złożenia jaj oraz rozwoju stadiów preimaginalnych. Ciało denata zostaje oznakowane swoistym markerem biologicznym, bowiem w zależności od etapu rozkładu na zwłokach pojawiają się określone gatunki i grupy tych zwierząt (15). Na zwłoki przybywa wiele owadów, przy czym najbardziej różnorodne pod względem ilościowym i jakościowym są muchówki (Diptera), chrząszcze (Coleoptera) i motyle (Lepidoptera). Ponadto na zwłokach pojawiają się także skoczogonki (Collembola), pierwogonki (Diplura), szczeciogonki (Thysanura), karaczany (Blattodea), skorki (Dermaptera), pluskwiaki (Hemiptera) i błonkówki (Hymenoptera). Nie

wszystkie owady występujące na ciele denata żywią się nim, dlatego też podzielić je można na cztery grupy ekologiczne. Pierwszą, najważniejszą grupę pomocną w określaniu czasu śmierci stanowią nekrofagi, żywiące się rozkładającą się tkanką denata. Należą tu muchówki oraz chrząszcze. Drugą - drapieżcy i pasozyty gatunków nekrofagicznych, trzecią - wieiożerne osy (Hymenoptera: Vespidae), mrówki (Hymenoptera: Formicidae) i niektóre chrząszcze, a czwartą - gatunki przypadkowe, przybywające na zwłoki z okolicznych roślin, podłoża itp. (18) Skład gatunkowy, a także czas, w którym na zwłokach zjawiają się owady zależy od wielu czynników. Podstawowymi wydają się być warunki klimatyczne (temperatura, wilgotność, światło, cień), położenie geograficzne oraz warunki podłoża (15).

W praktyce sądowej stosowane są dwie metody entomologiczne, a ich wybór zależy od czasu, jaki upłynął od zgonu do znalezienia zwłok.

I. Metody entomologiczne stosowane w przypadkach odnalezienia zwłok w pierwszym miesiącu po zgonie

W przypadku zwłok odnalezionych w pierwszym miesiącu po zgonie istotna jest znajomość cykli rozwojowych owadów, głównie muchówek (Diptera). Metoda ta może być stosowana jedynie do momentu zakończenia rozwoju pierwszego pokolenia tych zwierząt. W czasie pierwszych 30 dni od momentu zgonu (czasem już w kilka minut po śmierci człowieka) na zwłoki przylatują owady, które mogą składać jaja we wszystkie naturalne otwory (oczy, nos, uszy) i w rany. Z jaj wylęgają się larwy, które żerują na zwłokach bądź też na postaciach rozwojowych owadów tam występujących, a następnie migrują do podłoża, by się przepoczwarczyć. Każde ze stadiów preimaginalnych gatunków padlinożernych owadów cechuje się określoną długością rozwoju. Znajac cykl rozwojowy owadów, ich stadiów preimaginalnych oraz opierając się na danych meteorologicznych można odtworzyć datę zapoczątkowania rozwoju danego gatunku na zwłokach, a co za tym idzie czas zgonu. Należy przy tym zwrócić uwagę na to, że każdy gatunek owada wymaga dla swojego rozwoju określonej ilości ciepła, dlatego też w trakcie badań zwraca się uwagę na dolną temperaturę progową rozwoju osobniczego oraz temperatury efektywnego rozwoju osobniczego. Wskazówką jest suma iloczynów temperatur i liczby dni obserwacji, przy czym uwzględnia się jedynie temperatury wyższe od wartości progowej dla rozwoju danego gatunku (10). Szybkość rozwoju muchówek i innych owadów nekrofagicznych jest intensywnie badana w warunkach laboratoryjnych i polowych. Na podstawie tych doświadczeń sporządzono tabele oraz wykresy długości rozwoju poszczególnych stadiów preimaginalnych gatunków padlinożernych w zależności od temperatury, dzięki czemu można określić czas, jaki minął od momentu złożenia jaj na zwłokach.

II. Metody entomologiczne stosowane w przypadkach znalezienia zwłok w czasie późniejszym niż 1 miesiąc od śmierci

W czasie dłuższym niż jeden miesiąc od momentu zgonu zwłoki stają się specyficznym ekosystemem, zmieniającym się przez cały czas jego rozkładu.

W zwłokach następują zmiany fizyczne i chemiczne, a poszczególne etapy rozkładu przywabiają określoną faunę owadów, z typowymi gatunkami wskaźnikowymi. Określenie zespołu gatunków na zwłokach umożliwia stwierdzenie, jak dawno miała miejsce śmierć. Niestety, metoda ta jest trudna, bowiem fauna owadów zależy od wielu czynników m.in. od pory roku, szerokości i długości geograficznej, lokalizacji zwłok.

A. Ognia sukcesji owadów na zwłokach nie pogrzebanych i wykazonowanych.

W warunkach klimatu umiarkowanego obserwuje się osiem ogniw sukcesji owadów.

1-sze ogniwo sukcesji stanowią muchówki reprezentujące rodzinę Calliphoridae, takie jak *Calliphora vicina*, *Calliphora vomitoria*, *Lucilla* spp. oraz *Musca domestica*, *Musca autumnalis* i *Muscina stabulans* z Muscidae. Pojawianie się tych owadów odpowiada rozpoczęciu procesów litycznych zwłok.

2-gie ogniwo sukcesji stanowią muchy z rodzaju *Lucilla*, *Protophormia* i *Cynomyia mortuorum* (Calliphoridae) oraz *Sarcophaga* spp. (Sarcophagidae), które pojawiają się w momencie rozpoczęcia procesów gnilnych.

Oba ognia występują w ciągu trzech pierwszych miesięcy od momentu zgonu.

3-cie ogniwo sukcesji, związane jest z fermentacją masłowatą tłuszczów, podczas której uwalnia się kwas masłowy, przywabiający chrząszcze z rodzaju *Dermestes* (Coleoptera, Dermestidae) oraz motyle *Aglossa* (Lepidoptera, Pyralidae).

4-te ogniwo sukcesji wiąże się z rozkładem białek i wydzielaniem tyraminy. Przywabia ona muchy *Piophilidae*, *Madiza glabra* (Piophilidae), *Fannia* (Fanniidae), *Eristalis* (Syrphidae), *Teichomyza fusca* (Ephydriidae), przedstawicieli rodzin *Drosophilidae*, *Sepsidae*, *Sphaeroceridae* oraz chrząszczy z rodzajów *Corynes* i *Necrobia* (Cleridae).

Ognia 3 i 4 pojawiają się pod koniec trzeciego miesiąca i mogą trwać do szóstego miesiąca.

5-te ogniwo sukcesji stanowią owady, które jako ostatnie korzystają z rozkładających się zwłok. Części miękkie ciała denata są w postaci czarnej papki a jako jeden z końcowych produktów rozkładu wydzielają się amoniak. Na podsychających zwłokach żerują muchówki zaliczane do rodzin Muscidae (*Ophyra*) i Phoridae oraz chrząszcze z rodzajów *Nicrophorus*, *Silpha* (oba Silphidae), *Hister* i *Saprinus*, zaliczane do rodziny Histeridae. Etap ten trwa może od 4 do 8 miesięcy od czasu zgonu.

6-go ogniwa sukcesji wyjątkowo nie stanowią owady, a drobne roztocza (Acarina), które pojawiają się, gdy zwłoki zaczynają wysychać. Roztocza te reprezentowane są przez rodzaje *Uropoda*, *Trachynotus*, *Glacyphagus* i *Serator*. Czas tego ognia trwa od 6 do 12 miesięcy od momentu śmierci.

7-me ogniwo sukcesji następuje, gdy zwłoki są kompletnie wysuszone. Następuje to po roku od daty zgonu. Na resztkach ciała pojawiają się wtedy owady uważane jako szkodniki produktów zmagazynowanych i okazów muzealnych. Spotkać można chrząszcze *Attagenus pelli*, *Anthrenus museorum*

i *Dermestes maculatus* (Dermestidae) oraz mole *Tineola biselliella* i *Tineola pellionella* (Tineidae).

8-me ogniwo sukcesji rozpoczyna się po trzech latach od zgonu. Pojawiają się wtedy chrząszcze z rodzin *Ptinidae* i *Tenebrionidae*, likwidujące szczątki pozostawione przez poprzedników (8).

B. Fauna zwłok pogrzebanych

Owady dostają się na zwłoki pogrzebane w różnoraki sposób. Niektóre, jak skoczogonki stanowią faunę glebową, inne zaś dochodzą do zakopanego ciała z powierzchni ziemi. Tak postępują larwy muchówek z rodzaju *Muscina* (Muscidae) i *Morpholeria kerteszi* (Heleomyzidae) oraz postaci dorosłe chrząszczy z rodzin *Rhizophagidae* i *Staphylinidae*, a także muchy zaliczane do Phoridae, które wg Lundta (7) potrafią zagrzebać się na głębokość 50 cm w ciągu 4 dni.

Zagrzebanie ciała może opóźnić procesy rozkładu i ograniczać liczbę nekrofagów. I tak przysypanie ciała 2.5 cm warstwą ziemi całkowicie odcina dostęp plujkowatych - Calliphoridae, powszechnych na zwłokach nie pogrzebanych (16). Payne i wsp., pracując w USA określili 5 ogniw sukcesji owadów na ciałach znajdujących się pod ziemią. (13):

1-sze ogniwo reprezentowane jest przez mrówki żerujące na ciele w okolicach ust i uszu. Odpowiada ono zwłokom świeżym i trwa około trzech dni.

2-gie ogniwo sukcesji zaczyna się trzeciego dnia od momentu zgonu, kiedy to na zwłoki przybywają dominujące od tej pory *Leptocera* spp. (Sphaeroceridae) oraz *Dohrniphora incisularis* i *Metopina subarcuata* (oba reprezentujące Phoridae). Piątego dnia pojawiają się muchówki zaliczane do rodziny *Psychodidae*, które będą żerować na zwłokach i składać tam jaja przez kolejne siedem dni, aż do momentu usunięcia wszystkich gazów, powstałych w wyniku procesów rozkładu.

3-cie ogniwo sukcesji stanowią larwy wylęgające się z wcześniej złożonych jaj oraz chrząszcze *Oxytelus insignitus* i *Aleochara* spp., żywiące się stadiami preimaginalnymi muchówek. Etap ten trwa przez 10 dni, podczas których postępuje rozkład zwłok.

4-te ogniwo reprezentowane jest przez larwy muchówek z rodzin *Psychodidae*, *Phoridae* i *Sphaeroceridae*. Ponadto pojawiają się roztocza, skoczogonki (*Collembola*), chrząszcze z *Cryptophagidae* i muchówki z rodziny *Sciaridae*. Etap ten związany jest z rozpadem zwłok i przebiega między 30 a 60 dniem od momentu zgonu.

5-te ogniwo sukcesji występuje wtedy, gdy zwłoki ulegają szkieletyzacji, a dominującą faunę stanowią mrówki, muchówki, skoczogonki i roztocza.

C. Fauna zwłok zanurzonych w wodzie

Zwierzęta żyjące w zbiorniku wodnym swym żerowaniem na zwłokach mogą utrudnić ustalenie nie tylko czasu śmierci, ale także i jej przyczyny. W tych przypadkach może dojść do wyjadania tkanek przez ryby, owady wodne (chrząściki, chrząszcze) oraz skorupiaki, takie jak kielże (*Gammarus*) i krewetki.

Jako że rozkład zwłok w wodzie jest przyspieszony, bowiem ciepłota ciała jest tracona dwa razy szybciej niż na lądzie, już po dwóch tygodniach przebywania w tym środowisku ciało jest bliskie szkieletyzacji. Odpowiedzi na pytanie, jak długo zwłoki leżą w wodzie mogą udzielić owady - pasożyty zewnętrzne człowieka. Pchły (Aphaniptera) po dwunastogodzinnym przebywaniu w wodzie potrzebują godziny, aby dojść do pełnej ruchliwości, podczas gdy po 18-20 godzinnym zanurzeniu czas ten przedłuża się do 4-5 godzin. Wszy (Anoplura) giną już po 12 godzinach od momentu zanurzenia zwłok (17).

Payne i King (14) podają sześć etapów sukcesji fauny na zwłokach zanurzonych w wodzie:

1-sze ogniwo sukcesji związane jest ze zwłokami świeżymi i całkowicie pograżonymi w wodzie. Wypłynięcie ciała może nastąpić po okresie 1-2 dni latem i po 2-3 tygodniach jesienią i zimą. Ten etap sukcesji reprezentowany jest jedynie przez wodne chrząszcze z rodziny Hydrophilidae.

2-gie ogniwo pojawia się w momencie wynurzenia się zwłok. Podczas wczesnego wypływania, na wyeksponowaną ponad powierzchnię wody część ciała, jaja składają muchówki plujkowate (Calliphoridae), na których to żerują drapieżne osy i szerszenie (Hymenoptera, Vespidae).

3-cie ogniwo sukcesji, rozpoczynające się trzeciego dnia od momentu wypłynięcia ciała, związane jest z wylęganiem się larw Calliphoridae, które żerują intensywnie, pozostawiają na eksponowanych powierzchniach ciała wiele małych otworków. Pojawiają się także drapieżne chrząszcze z rodzin Staphylinidae, Silphidae i Histeridae, przywabiane zapachem rozkładającego się ciała.

4-te ogniwo trwa około siedem dni, podczas których na skutek żerowania larw muchówek i postępującego rozkładu powierzchnia zwłok ulega wyraźnemu zmniejszeniu, wskutek czego wiele larw migruje do wody. Tam też są zjadane przez chrząszcze z Histeridae, Staphylinidae i Silphidae.

5-te ogniwo sukcesji reprezentowane jest przez chrząszcze z rodziny Histeridae oraz przez muchówki zaliczane do Sphaeroceridae, Phoridae, Drosophilidae i Psychodidae, które mogą odżywiać się resztkami zwłok. Etap ten trwa od 4 do 14 dni i kończy się wraz z zatapianiem się resztek ciała.

6-te ogniwo sukcesji stanowią postaci dorosłe much z rodzin Psychodidae, Sphaeroceridae i Chloropidae, które żerują na martwych larwach pływających po powierzchni wody. Ze zwłok pozostają jedynie kości oraz fragmenty tkanek.

Fauna zwłok zanurzonych w wodzie wykazuje największe podobieństwo do owadów notowanych na ciałach nie pogrzebanych. Na 102 gatunki owadów zaliczonych do 37 rodzin, 93 były też spotykane na zwłokach wyeksponowanych na lądzie (14).

III. Długość rozwoju wybranych gatunków owadów nekrofagicznych

Poszczególne gatunki owadów nekrofagicznych charakteryzuje różny czas rozwoju. Najwcześniej (i ogniwo sukcesji) na zwłoki przybywa *Calliphora vicina* (Diptera, Calliphoridae) - niebieska mucha mięsna, która składa jaja już w temperaturze 9°C. Jej rozwój, od jaja do wylotu postaci dorosłej w temperaturze 22°C, trwa średnio 18 dni (14-25). Stadium zarodkowe (jajo) rozwija się w czasie od 20-28 godzin, I-sze stadium larwalne trwa średnio 24 godziny (18-34) I c . .

stadium larwalne - 20 godzin (16-28), a stadium III-cie - 48 godzin (30-68), przedpoczwarka żyje 128 godzin (72-290), a poczwarka średnio 11 dni (5).

Muchówką typową dla drugiego ogniwa sukcesji jest *Lucilla sericata* (Diptera, Calliphoridae). W temperaturze 22°C jajo rozwija się w czasie od 12-38 godzin, larwa I-go stadium w czasie od 12-28 godzin, II-go stadium od 9-26 godzin, III-go stadium w czasie od 24-72 godzin, przedpoczwarka w czasie 48-192 godzin (średnio 90), a poczwarka w ciągu 7 dni (5-11). Całkowity rozwój tego gatunku mieści się więc w czasie od 12-15 dni (5).

Owadem charakterystycznym dla III-go ogniwa sukcesji jest chrząszcz skórnik. *Dermestes* (Coleoptera, Dermestidae). Na zwłoki przywabia go uwalniający się kwas masłowy. W klimacie umiarkowanym rozwój jaj trwa kilka dni, larw (wielokrotnie liniejących) 2-3 miesiące, a poczwerek - 1 miesiąc (15).

Gdy w zwłokach zachodzi rozkład białek i wydzielą się tyramina przybywa muchówka *Piophilidae casei* (Diptera, Piophilidae). Jest to gatunek wskaźnikowy dla IV ogniwa sukcesji. W naszych warunkach klimatycznych rozwój jaja do imago trwa 12 dni, z czego etap zarodkowy przebiega w ciągu 1 doby, stadium larwalne - w ciągu 5 dni, a przepoczwarczenie - w ciągu kolejnych 5 dni (15).

Materiał entomologiczny zebrany ze zwłok, a także z ich bliskiego otoczenia, oznaczenie gatunków fauny, ich biologia, analiza różnych stadiów rozwojów nekroforów i ich rola w łańcuchu sukcesyjnym, a także prawdopodobny termin żerowania mogą w niektórych przypadkach stanowić istotny dowód w ustaleniu czasu śmierci. Metoda ta ma szczególne znaczenie, zwłaszcza wtedy, gdy zwłoki są poddane procesom gnilnym i konwencjonalne metody zawodzą. W praktyce sądowej po metody entomologiczne sięga się wówczas, gdy wszystkie inne narzędzia kryminalistyki nie prowadzą do ustalenia sekwencji zdarzenia związanego ze śmiercią człowieka.

PIŚMIENNICTWO

- Bergeret M.: Infanticide. Momification naturelle du cadavre. Decouverte du cadavre d'un enfant nouveau-ne dans une cneminee ou il s'etait momifie. Determination de l'epoque de la naissance par la presence de nymphes et de larves d'insects dans le cadavre, et pa<" l'etude de leurs metamorphoses. Ann. Hyg. Med. Leg., 1855, 4, 442-452. -2. Bvrd J.H., Castner J.L.: Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legai Investigations CRC Press, Boca Raton, London. New York, Washington, D.C., 2001. -3. Holzer F.J.: Zerstorung an Wasserleichen durch Larven der Kócherfliege. Z. ges. ger. Med., 1939, 31, 223-228. -4. Horoszkiewicz S. von.: Casusistischer Beitrag zur Lehre von der Benagung der Leichen durch Insecten. Vjschr. Ger. Med. 1902, 23, 235-239. -5. Kamai A.S.: Comparative study of thirteen species of sarcosapropnagous Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera). !. Bionomics. Ann. Entomol. Soc. Am., 1958, 51, 261. -6. Ledera M.: Entomologie en Gerechtelijke Geneeskunde. Tijdschr. Geneeskunde. 1968, 22 1193-1196. -7. Lundt H.: Ókologische Untersuchungen uber die tierische E v)dlung von Aas im Boden. Pedobiologia, 1964, 4, 158-159. -8. Megnin J. . . _a faunę de cadavres. Application de

Fentomologie a la medicine legale, Encyclopedie scientifique des Aides-Memoire. Masson, Paris Gauthier-Villars, Paris, 1894. -9. Muller P.L.S.: Des Ritters Carl von Linne (...) vollstandiges Natursystem nach der zwölften lateinischen Ausgabe (...) 5. Theil, 1. band, Von den Insecten, Raspe, Numberg, 1774. -10. Najnis JAA, Marčenko M.I., Kazak A.N.: Rasčėtnyj metod ustanovlenija vremeni nachoždėnija trupa na meste ego obnaruženija po entomofaune. Sudebno-Med. ekspertiza, 1982, 25, 21-23.

11. Niezabitowski E.: Experimentelle Beitrage zur Lehre von der Leichenfauna. Vjschr. Ger. Med. Oeffentl. Sanitatswesen BAND, 1902, 1, 44-50. -12. Nuorteva P., Schumann H., Isokoski M., Laiho K.: Studies on the possibilities of using blowflies (Dipt., Calliphoridae) as medicolegal indicators in Finland. 2. Four cases where species identification was performed from larvae. Ann. Entomol. Fenn., 1974, 40, 70-74. -13. Payne J.A., King E.W., Beinhart G.: Arthropod succession and decomposition of buried pigs. Nature, 1968, 219, 1180-1181. -14. Payne J.A., King E.W.: Insect succession and decomposition of pig carcasses in water. Jour. Georgia Entomol. Soc, 1972, 7, 153-162. -15. Piotrowski F. Problemy Kryminalistyki. 1981, 150, 203-205. -16. Povolny D. Nektera hlediska praktickeho využitı hmyzu v kriminalistice. Kriminal. sbornik 1979, 23, 620-632. -17. Simpson K.: Forensic Medicine. 9th edn., Arnold, London, 1985. -18. Smith K.G.V.: A Manual of Forensic Entomology. Cornell University Press, Ithaca, New York, 1985. -19. Tzu S.: The Washing Away of Wrongs (Original title: Hsi Yuan chi lu). Book 2, Center for Chinese Studies, University of Michigan, 1981.

Adres autora:

Katedra Zoologii Bezkręgowców UG
al. Marszałka Piłsudskiego 46
81-378 Gdynia

Zbigniew Jankowski

Śmierć z ochłodzenia

Death from accidental hypothermia

Część I. Podstawy fizjologii termoregulacji oraz patofizjologia i mechanizmy śmierci z ochłodzenia

Part I. Principles of physiology of termoregulation, pathophysiology and mechanisms of death from hypothermia

Z Katedry i Zakładu Medycyny Sadowej AM w Gdańsku
Kierownik: dr hab. Z. Szczerkowska - profesor AM

Omówiono podstawy fizjologii termoregulacji przydatne do zrozumienia patofizjologii, i mechanizmów śmierci wskutek ochłodzenia.

Principles of termoregulation physiology necessary to understand the pathophysiology and mechanisms of death from hypothermia are disputed in this paper.

Słowa kluczowe: fizjologia termoregulacji, ochłodzenie, patofizjologia, śmierć mechanizmy.

Key words: physiology of thermoregulation - hypothermia - pathophysiology - mechanisms.

Przypadki śmierci z ochłodzenia są częstsze wczesną wiosną i późną, jesienią niż zimą. Można to tłumaczyć nieświadomością grożącego niebezpieczeństwa i nieprzystosowaniem się do panujących warunków atmosferycznych. Do lat 50-tych XX wieku uważano, że na śmierć z ochłodzenia narażone są osoby przebywające na zewnątrz pomieszczeń, w środowisku o temperaturze znacznie poniżej 0°C, np. polarnicy, grotolazi, osoby uprawiające wspinaczkę wysokogórską zimą, żołnierze w czasie zimowych działań wojennych (11, 20, 25, 29). Dlatego ten rodzaj śmierci w dawnych podręcznikach medycyny sądowej określano jako „śmierć z zt marznięcia” (32). Dziś wiemy, że do śmierci